

Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn

ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN  
AN DEN SAUGHAAREN VON *TILLANDSIA USNEOIDES*  
(*BROMELIACEAE*)

II. EINIGE BEOBACHTUNGEN ZUR FEINSTRUKTUR  
DER PLASMODESMEN

Von

PETER DOLZMANN

Mit 6 Textabbildungen

(Eingegangen am 26. Oktober 1964)

Einleitung

In einer früheren Arbeit (DOLZMANN 1964) konnte gezeigt werden, daß die Kuppelzelle (zur Bezeichnung der Zellen und zur Kutinisierung der Wände s. Abb. 1) der Saughaare von *Tillandsia usneoides* feinstrukturelle Besonderheiten aufweist, die in engem Zusammenhang mit der Funktion der Saughaare als Aufnahmeorgane für Wasser und Nährstoffe stehen. Mit der Aufnahme dieser Stoffe in die Kuppelzelle ist der Aufnahmeprozess im engeren Sinne beendet, und die aufgenommenen Stoffe müssen nun den umliegenden Parenchymzellen zugeführt werden. Dabei nehmen sie ihren Weg zwangsläufig durch die Aufnahme- und Fußzellen der Saughaare, denn schon bei entsprechender Färbung und lichtmikroskopischer Untersuchung wird deutlich, daß die Seitenwände der trichterförmigen Haargebilde stark kutinisiert sind und somit einen seitlichen Stoffaustritt aus dem Saughaar durch die Wand in die Parenchymzellen weitgehend einschränken, wenn nicht gar gänzlich unterbinden. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigten dann weiterhin, daß auch Plasmodesmen als mögliche Stellen eines seitlichen Stoffaustrittes diesen kutinisierten Wänden fehlen. Dagegen werden die Querwände in ihrem zentralen nicht kutinisierten Bereich so bemerkenswert reichlich von Plasmodesmen durchzogen, daß sich in diesem Falle die Deutung der Plasmodesmen als Organelle des Stofftransportes geradezu aufdrängt. Diese Deutung liegt umso näher, als es sich bei den Saughaaren um streng spezialisierte Aufnahmeorgane handelt und man daher wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten darf, daß hier die Plasmodesmen vorwiegend, wenn nicht gar ausschließlich im Dienste des Stofftransportes stehen.

Wegen der noch immer offenen Frage, welche Aufgaben die Plasmodesmen überhaupt innerhalb des pflanzlichen Organismus zu erfüllen haben, und der Schwierigkeit, von gewissen elektronenmikroskopisch

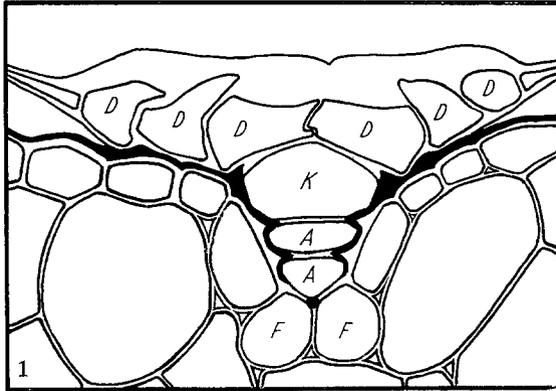


Abb. 1. Schematischer Querschnitt durch ein Saughaar von *Tillandsia usneoides*.  
 A Aufnahmezellen; D Deckelzellen; F Fußzellen; K Kuppelzelle. Kutinisierte Wände  
 schwarz

sichtbaren Feinstrukturen auf bestimmte physiologische Funktionen zu schließen (R. DOLZMANN und P. DOLZMANN 1964), sollte der Feinbau der hier hinsichtlich ihrer Funktion recht gut definierten Plasmodesmen etwas näher untersucht werden.

### Ergebnisse

a) **Längsschnitte.** Auf Längsschnitten (Abb. 2 und 3) zeigen die Plasmodesmen das bereits gut bekannte Bild (vgl. besonders KOLLMANN und SCHUMACHER 1962): Ein Plasmodesmenkanal von 500—700 Å Durchmesser wird allseits von einem doppelt konturierten, insgesamt 70—90 Å dicken Plasmalemma ausgekleidet und im Innern von einer röhrenförmigen Struktur des Endoplasmatischen Reticulum (im folgenden als ER abgekürzt) in mehr oder weniger ausgeprägten Windungen durchzogen. Ihr Gesamtdurchmesser kann mit 190—260 Å, ihr Lumen mit 50—60 Å und ihre Wandstärke mit 70—90 Å angegeben werden. Bei guter Kontrastierung und hinreichend dünnen Schnitten und unter der Voraussetzung idealer Längsschnitte parallel zum Verlauf der ER-Röhre läßt sich zeigen, daß auch der intrazisternale Raum des ER benachbarter Zellen durch die Plasmodesmen hindurch kommuniziert. Ein Verschuß der Röhre innerhalb der Plasmodesmen (PORTER und MACHADO 1960, FALK und SITTE 1963) wird im hier vorliegenden Fall wohl nur durch ungünstige methodische Bedingungen artefiziell hervorgerufen. Bei dem stets etwas gewundenen Verlauf der Plasmodesmen einerseits und der ER-Röhre in ihnen andererseits und wegen der für die Darstellung der Röhrenstruktur als solcher notwendigen dünnen Schnitte läßt es sich jedoch nicht oder nur in einem ganz besonderen Glücksfall erwarten, den Durchtritt des ER-Lumens über die ganze Länge des Plasmodesmos hinweg zur Darstellung zu bringen.

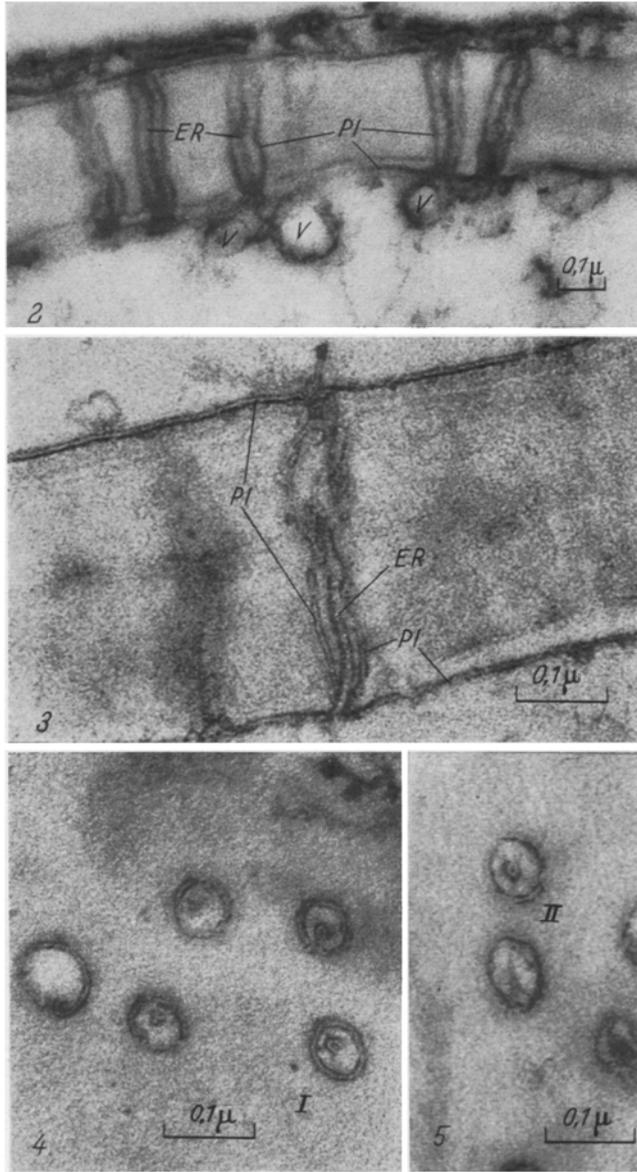


Abb. 2—5. Plasmodesmen aus der Wand zwischen der Kuppelzelle und der ersten Aufnahmezelle der Saughaare von *Tillandsia usneoides*. Abb. 2. Längsschnitt, Methacrylateinbettung, 54 000fach; Abb. 3. Längsschnitt, Vestopaleinbettung, 117 000fach; Abb. 4. Querschnitt, Vestopaleinbettung, 117 000fach; Abb. 5. Querschnitt, Methacrylateinbettung, 117 000fach. Alle Aufnahmen mit Elektronenmikroskop Zeiss EM 9. *PI* Plasmalemma; *ER* Röhrenstruktur des ER in den Plasmodesmen; *V* Vesikel des ER an der Mündung der Plasmodesmen. Die mit *I* und *II* bezeichneten Plasmodesmenquerschnitte sind in der Abb. 6 zur Verdeutlichung der „Speichen“-Struktur nochmals zeichnerisch dargestellt

Auf den Übergang der Plasmodesmen in das Cytoplasma soll hier nicht eingegangen werden, doch sei darauf hingewiesen, daß sich auffallend häufig in der Nähe der Plasmodesmenmündungen größere Vesikel — wahrscheinlich des ER — finden, in welche die die Plasmodesmen durchziehenden Reticulumröhren überzugehen scheinen (Abb. 2). Im Zusammenhang mit entsprechenden Beobachtungen von KOLLMANN und SCHUMACHER (1963) und SCHNEPF (1964) mag hier ein weiterer Hinweis auf die Beteiligung des ER und damit auch der Plasmodesmen an Transportvorgängen zu finden sein.

b) **Querschnitte.** Deutlicher und übersichtlicher noch als an Längsschnitten läßt sich der Bau der Plasmodesmen an Hand von Querschnittsbildern darstellen. Dabei kann unter günstigen Bedingungen die Auflösung der Feinstruktur noch etwas weiter getrieben werden, indem es gelingt, auch die Wand der ER-Röhre als Doppelmembran zur Darstellung zu bringen (Abb. 4). Sie besteht aus einer elektronendichten, etwa 35 Å dicken Außenschicht, einer kontrastarmen, etwa 25 Å dicken Zwischenschicht und einer elektronendichten, etwa 25 Å starken Innenschicht. Die lichte Weite der Röhre entspricht mit etwa 60 Å dem auch im Längsschnitt dargestellten

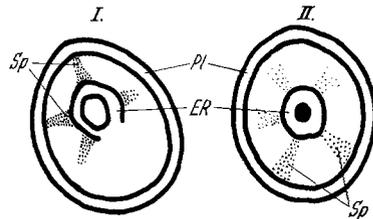


Abb. 6. Zeichnerische Darstellung der in Abb. 4 I und 5 II abgebildeten Plasmodesmenquerschnitte. *Pl* Plasmalemma; *ER* Röhrenstruktur des ER in den Plasmodesmen, bei I offen, bei II kollabiert; *Sp* „Speichen“artige, elektronendichte Struktur der Plasmodesmen

Lumen. Unter ungünstigen Bedingungen (Methacrylateinbettung, Abb. 5) fällt die innere Schicht der Röhrenwand zusammen und anstelle des Lumens läßt sich nur noch eine dunkle dochtartige Struktur von etwa 50 Å Durchmesser darstellen. Die äußere Schicht der Röhrenwand bleibt von diesem Kollaps unberührt und damit behält die Röhre im ganzen mit etwa 220 Å ihren ursprünglichen Durchmesser bei.

Eine Erklärung für dieses Verhalten ist wahrscheinlich in der im folgenden beschriebenen, bisher noch nicht bekannten Struktur der Plasmodesmen zu suchen: Auf den Querschnitten läßt sich oft deutlich erkennen, daß sich von der Röhre des ER im Zentrum des Plasmodesmos sternförmig elektronendichte Strukturen zum Rande des Plasmodesmenkanales erstrecken (Abb. 4, 5 und 6). Sie scheinen eine Verbindung der äußeren Schicht der Röhrenwand mit der inneren Schicht des Plasmalemmas herzustellen. Der Plasmodesmenquerschnitt erweckt so den Eindruck, als sei die Reticulumröhre im Inneren des Plasmodesmenkanales wie mit Speichen aufgehängt\*. Die Vermutung

\* Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Dr. R. KOLLMANN aus dem Botanischen Institut der Universität Bonn zeigen Plasmodesmen zwischen Phloemparenchymzellen von *Metasequoia glyptostroboides* den gleichen Feinbau.

liegt natürlich nahe, daß durch diese Strukturen die äußere Schicht der Röhrenwand stabilisiert wird und daher auch unter weniger günstigen Bedingungen nicht kollabiert.

Sicher ist diese Struktur für die Funktion der Plasmodesmen nicht ohne Wichtigkeit, wenngleich auch — über ihre mögliche Aufgabe als Festigungselement hinaus — bisher keinerlei Hinweise auf ihre Bedeutung vorliegen. Auch über ihre räumliche Ausdehnung lassen sich noch keine Aussagen machen, da ihre Darstellung bisher nur auf Querschnittsbildern gelang und an Längsschnitten keine vergleichbaren Strukturelemente gefunden wurden.

### Zusammenfassung

Die Feinstruktur der Plasmodesmen zwischen der Kuppelzelle und der ersten Aufnahmezelle der Saughaare von *Tillandsia usneoides* wird elektronenmikroskopisch untersucht. Sie entsprechen im Prinzip dem bereits von anderen Pflanzenzellen her bekannten Bau.

Eine Passage des Reticulums, insbesondere auch seines intrazisternalen Raumes durch die Plasmodesmen wird nachgewiesen.

Eine bislang unbekannt Feinstruktur der Plasmodesmen wird an Hand von Querschnittsbildern beschrieben und ihre mögliche Bedeutung diskutiert.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für ihre Unterstützung.

### Literatur

- DOLZMANN, P.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Saughaaren von *Tillandsia usneoides* (Bromeliaceae). I. Feinstruktur der Kuppelzelle. *Planta* (Berl.) **60**, 461—472 (1964).
- DOLZMANN, R., u. P. DOLZMANN: Untersuchungen über die Feinstruktur und die Funktion der Plasmodesmen von *Volvox aureus*. *Planta* (Berl.) **61**, 332—345 (1964).
- FALK, H., u. P. SITTE: Zellfeinbau bei Plasmolyse. I. Der Feinbau der *Elodea*-Blattzellen. *Protoplasma* (Wien) **57**, 290—303 (1963).
- KOLLMANN, R., u. W. SCHUMACHER: Über die Feinstruktur des Phloems von *Metasequoia glyptostroboides* und seine jahreszeitlichen Veränderungen. II. Mitt.: Vergleichende Untersuchungen der plasmatischen Verbindungsbrücken in Phloemparenchymzellen und Siebzellen. *Planta* (Berl.) **58**, 366—386 (1962); — IV. Mitt.: Weitere Beobachtungen zum Feinbau der Plasmabrücken in den Siebzellen. *Planta* (Berl.) **60**, 360—389 (1963).
- PORTER, K. R., and R. D. MACHADO: Studies on the endoplasmic reticulum. IV.: Its form and distribution during mitosis in cells of onion root tips. *J. biophys. biochem. Cytol.* **7**, 167—180 (1960).
- SCHNEPF, E.: Zur Cytologie und Physiologie pflanzlicher Drüsen. IV. Teil: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an Septalnektarien. *Protoplasma* (Wien) **58**, 137—171 (1964).

Dr. PETER DOLZMANN

Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Univ.  
53 Bonn, Meckenheimer Allee 176